

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie – 346

**Správa řezných nástrojů v podmínkách firmy
SOMA spol. s r.o.**

**Management of Cutting Tools in the Company
SOMA spol. s.r.o.**

Student: Bc. Jaroslav Vašíček

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Vašíček**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 20 Strojírenská technologie
Téma: **Správa řezných nástrojů v podmínkách firmy SOMA spol. s r.o.**
Management of Cutting Tools in the Company SOMA spol. s r.o.
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu v podmínkách firmy Soma.
2. Unifikace cílených nástrojů a řezných podmínek.
3. Tvorba 3D modelů v CAM systému a tvorba knihoven pro jednotlivé stroje.
4. Závěry, implementace do výroby – výdejní automaty.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] AB SANDVIK COROMANT - SANDIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. Překl. M. Kudela. 1. vyd. Praha : Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
- [2] SADÍLEK, M. *CAM systémy v obrábění I. - II. doplněné vydání*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2010, 138 s., ISBN 978-80-248-2278-4.
- [3] SADÍLEK, M.; SADÍLKOVÁ Z. *Počítačová podpora procesu obrábění*. VŠB – TU Ostrava, 2012, 149 s., ISBN 978-80-248-2770-4.

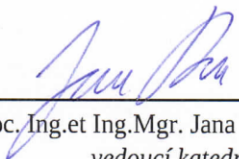
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.**


Konzultant diplomové práce: Ing. Jiří Mířejovský

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017


doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 15.5.2017.....


.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že diplomovou práci bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5.2017



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jaroslav Vašíček

Adresa trvalého pobytu autora práce: Lidická 919, 56301 Lanškroun

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vašíček, J. *Správa řezných nástrojů v podmínkách firmy SOMA spol. s r.o.:* diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2017, 55 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Cílem diplomové práce je vytvořit ve firmě SOMA spol. s r.o. databázi všech nástrojů vyskytujících se na frézovacích centrech. Dále spolupracovat s ČVUT na projektu unifikace frézovacích hlav s VBD. Další z cílů je vytvoření podkladů pro externí nástrojový management, součástí tohoto projektu je i využití výdejního automatu na nástroje a měřidla. V úvodu je popsána strojová i nástrojová vybavenost firmy. V následující části je popsán mechanismus jednotlivého upnutí. Experimentální část se věnuje členění nástrojů pro vytvoření databáze. Navazuje popis jednotlivých sestav řezných nástrojů a celkové tabulky všech nástrojů. V další kapitole jsou popsány testy frézovacích hlav a jejich dosažené výsledky. V poslední kapitole jsou popsány výdejní automaty na nástroje a měřidla.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Bc. VAŠÍČEK, J. *Management of Cutting Tools in the Company SOMA spol. s.r.o.:*
Master Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical
Engineering, Department of Working, Assembly and Engineering Metrology, 2017, 55 s.
Thesis head: Sadílek, M.

The aim of the project for SOMA spol. s r.o. company is the tools database creation for CNC milling machines, unification of milling cutters with cutting inserts in cooperation with CTU and resource materials preparation for tools management with the automatic dispensing machine for tools and gauges. Tooling, machinery, and tools clamping systems used by cooperating company are discussed in first part of the thesis. Experimental part deals with the division of tools into the database, cutting tools groups and tool tables classification. In next chapter, the milling cutters tests and results are discussed. The last part of the project deals with the description of automatic dispensing machines for tools and gauges.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	3
1 Úvod	4
2 Analýza současného stavu nástrojů	5
2.1 Strojní vybavení společnosti SOMA spol. s r.o.	5
3 Nástrojové vybavení firmy SOMA spol. s r.o.	6
3.1.1 Používané upínače ve firmě SOMA spol. s r.o.	6
3.1.1.1 Systém upnutí držáku do vřetena stroje:	7
3.1.1.2 Upnutí nástroje do držáku, aplikace SOMA spol. s r.o.:	8
3.1.2 Rozdělení nástrojů ve firmě SOMA spol. s r.o.	12
3.1.2.1 Frézy kotoučové	12
3.1.2.2 Frézy monolitní	12
3.1.2.3 Frézovací hlavy s vyměnitelnými břitovými destičkami	14
3.1.2.4 Odjehlovače, navrtáváky, úhlové a radiusové nástroje	14
3.1.2.5 Vrtáky	17
3.1.2.6 Vrtáky s VBD	18
3.1.2.7 Výstružníky	19
3.1.2.8 Vyvrtávací tyče a nože	20
3.1.2.9 Záhlubník se zpětným chodem	21
3.1.2.10 Zapichovací, drážkovací frézy	22
3.1.2.11 Závitníky	23
4 Databáze současného stavu řezných nástrojů k jednotlivým strojům	24

5 Unifikace cílených nástrojů a řezných podmínek	33
5.1 Testy frézovacích hlav s vyměnitelnými břitovými destičkami	33
5.1.1 Výsledky testů	34
6 Implementace do výroby – výdejní automaty pro spotřební materiál.....	36
6.1 Systém pro automatický výdej nástrojů	36
6.2 Výdejní automat na měřidla	39
6.3 Zavedení výdejního automatu ve firmě SOMA spol. s r.o.	40
6.3.1 Návrh výdejního automatu na nástroje a měřidla ve firmě SOMA spol. s r.o. ...	42
6.3.1.1 Popis řešení výdejny nástrojů	43
7 Závěr.....	45
Seznam použité literatur	46
Seznam obrázků	50
Seznam tabulek	53
Seznam příloh na CD.....	54
Poděkování	55

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ZNAČENÍ	VÝZNAM	JEDNOTKA
VBD	Vyměnitelná břitová destička	[-]
CNC	Počítačově číslicově řízené obráběcí stroje	[-]
κ_r	Úhel nastavení hlavního ostří	[°]
D	Průměr nástroje	[mm]
DIN	Německá národní norma	[-]
EN	Evropská norma	[-]
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci	[-]
v_c	Řezná rychlost	[m/min]
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze	[-]
TK	Tvrdokov-slinutý karbid	[-]

1 ÚVOD

Pro mnoho malých a středních firem zabývajících se obráběním je obtížné vynaložit další úsilí na správu a řízení nástrojového managementu. Možnost, jak ulehčit těmto firmám naskýtá externí nástrojový management. Veškeré povinnosti řízení a správy nástrojů spadají na dodavatele, který se zavázal plnit podmínky na kterých se obě strany dohodly. Výrobní firma se může soustředit na záležitosti týkající se samotné výroby a tyto doprovodné činnosti nechat na externí firmě. Jednou z metod, jak těchto cílů dosáhnout je zavedení výdejního automatu na nástroje.

Výdejní automat pomáhá externí firmě přesně a bezobslužně dávkovat to co si zákazník žádá. Výhoda spočívá v tom, že se obě strany předem domluví na složení výdejního automatu, jeho doplňování a provozu, následované dodržením podmínek jednak externího dodavatele tak odběratele. Tento způsob spolupráce je výhodný pro obě strany. Externí firma ví přesně co zákazník požaduje a odebírá a je mu to schopna, díky výdejnímu automatu, poskytnout kdy on sám potřebuje. Odběratelská firma nemusí řešit objednávky a skladové hospodářství těchto výrobků, pouze zaplatí za vyskladněný materiál z výdejního automatu.

Cílem této diplomové práce je vytvořit celkovou databázi všech nástrojů na frézovacích centrech firmy SOMA spol. s r.o. Další z cílů je vytvořit podklady ve spolupráci s ČVUT, pro unifikaci frézovacích hlav s VBD. Cílem unifikace je zúžit používaný sortiment frézovacích hlav s VBD a nahradit ho novými výkonnějšími nástroji. Závěr této práce pojednává o zavedení externího nástrojového managementu a s tím spojeného výdejního automatu na nástroje a měřidla.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NÁSTROJŮ

2.1 Strojní vybavení společnosti SOMA spol. s r.o.

Obrobna firmy SOMA spol. s r.o. se rozděluje na dvě haly, lehkou a těžkou. Na lehké obrobně jsou umístěny čtyři CNC frézovací stroje od firmy DMG MORI. Dva pětiosé, jeden čtyřosý a jeden tříosý. Dále jsou zde dva tříosé stroje TAJMAC ZPS. Kromě frézek jsou tu i dva CNC soustruhy s poháněnými nástroji a jeden z nich má navíc y-osu. Součástí lehké obrobny je jeden CNC soustruh bez poháněných nástrojů. Těžká obrobna, která je umístěna v samostatné klimatizované hale obsahuje dvě portálová pětiosá frézovací centra.

Každému stroji je přiřazen čtyřmístný číselný kód, který náleží i její obsluze. Tento systém rozdělení dle strojů byl využit v následující nástrojové databázi. Byly vytvořena tabulky základních parametrů všech CNC frézovacích strojů viz příloha 1. Tyto tabulky mohou sloužit k porovnání jednotlivých strojů a napomáhat při volbě stroje při zhotovení obrobku nebo při samotné konstrukci dílce.

Seznam a kódové značení frézovacích center firmy SOMA spol. s r.o.:

3545 - DMF 250 lineár	3541 - MCFV 1060
3488 - DMU 60 P	3542 - MCFV 1260
3558 - DMC 80 U3	3550 - ZAYER KPCU 5000 AR
3548 - DMC 80 U2	3570 - ZAYER KPCU 7000 AR

3 NÁSTROJOVÉ VYBAVENÍ FIRMY SOMA SPOL. S R.O.

Všechny stroje jsou vybaveny zásobníky nástrojů, čítajícími mnoho položek. Každý stroj vyrábí určitý typ výrobků. Proto je jeho nástrojový sortiment upraven na konkrétní výrobek. Některé stroje mají stejné či podobné nástrojové složení, aby při výpadku jednoho z nich nebyla zastavena výroba.

3.1.1 Používané upínače ve firmě SOMA spol. s r.o.

Jedním z důležitých faktorů při obrábění, je pevné spojení nástroje s vřetenem obráběcího stroje. Zároveň důležité je osové ustavení a vycentrování s minimální excentricitou. Ve firmě SOMA spol. s r.o. se používá několik druhů normalizovaných kuželů SK-40, SK-50, HSK-A 100. Dalším důležitým prvkem je samotné upnutí nástroje v upínači. Stopkové nástroje jsou upínány pomocí silového, hydraulického nebo kleštinového upínače. Frézovací hlavy a vyvrtávací tyče a nože, které mají v sobě otvor jsou upínány na trn. Ty, které jsou opatřeny závitem se našroubují do upínače. [1]

3.1.1.1 Systém upnutí držáku do vřetena stroje:

Kužel strmý dle DIN 69871 SK-40, SK-50

Hlavním znakem tohoto upnutí je trn s určitým stupněm kuželovitosti. Tyto kužely oproti morse kuželům nejsou samosvorné. K přenášení otáček neslouží kuželovitá plocha, ale vybrání na nákržku trnu, které zapadají do tzv. unášecích kamenů na vřeteni stroje. Kužel má tedy středící funkci. Upnutí do stroje, který má automatickou výměnou nástrojů se provede vtážením kužele do dutiny vřetene stroje za pomoci čepu na konci kužele. Hlavní výhodou je symetrická konstrukce a tím i jednoduchá výroba. Maximální otáčky u tohoto typu upnutí jsou okolo 12000 min⁻¹. [3] [1]

Upínací kužel dle DIN 69893 HSK-A 100

Upínání HSK je kombinací axiální upínací síly a kuželové stopky. Princip přenosu síly je obdobný jako u SK upnutí. Rozdíl tkví v dosednutí čelní plochy a kužele do vřetena stroje. Díky tomuto využití čelní plochy lze strmý kužel zkrátit a mít vnitřní vybrání. Rapidně poklesne hmotnost tohoto upnutí a usnadní to jeho manipulaci. To je hlavní výhoda oproti upnutí SK. Přenos otáček zajišťují dvě drážky na konci stopky. Obě tyto drážky slouží i k zafixování nástroje v axiálním směru. Dutá část kuželové stopky fixuje upínač radiálně. Nevýhodou je vysoká cena z důvodu požadované přesnosti výroby HSK upínače. [3]

3.1.1.2 Upnutí nástroje do držáku, aplikace SOMA spol. s r.o.:

Rychloupínací sklíčidlo a Morse kužel

Vrtáky s válcovou stopkou se vyrábějí z pravidla do průměru 20 milimetrů. Upnutí je pak realizováno samostředícím tříčelistovým sklíčidlem, které má ostré upínací plochy. Upínání a otevírání se provádí pomocí upínacího klíče nebo pomocí kuželově vroubkovaného pouzdra, které se otáčí rukou. Pro vrtání a vystružování děr o větších průměrech mají vrtáky a výstružníky kuželovou stopku Morse. To dovoluje dělat díry o průměru 10 až 100 milimetrů díky samosvornému a tuhému upnutí. Oproti nástrojům s válcovou stopkou, spojení s vřetenem stroje nemůže být provedeno pomocí sklíčidla. To se provádí pomocí tzv. redukčních pouzder. [3]



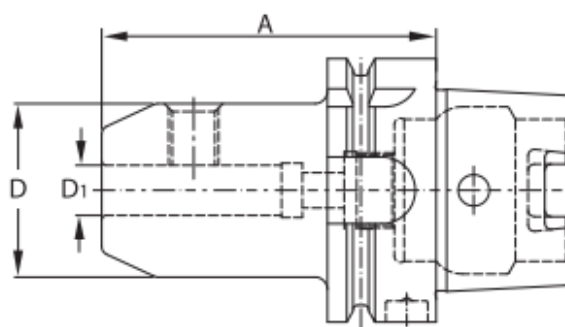
Obr. 1 TRN upínací – SK40 – MK4 301160 – HOFFMANN, Vrták – HSS 116340 32,00 – HOFFMANN



Obr. 2 Upínač – KIT 01 MONOFORCE 20.60 DIN40 – DANDREA, Vrták prodloužený - 116280 6,00X330 – HOFFMANN

Upínače typu Weldon

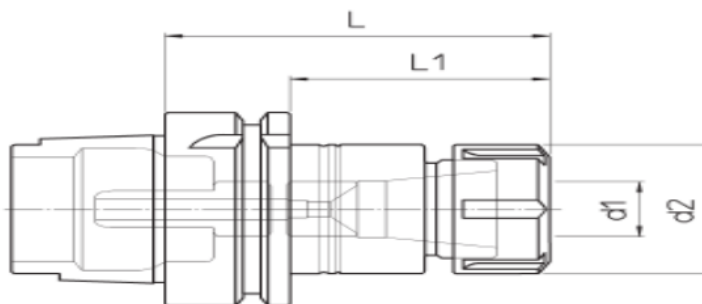
V systému upnutí Weldon, jsou ve firmě SOMA spol. s r.o. ustavovány především monolitní frézy a dále pak vrtáky TK. Frézy a vrtáky TK s válcovou stopkou mají na své válcové ploše vyfrézovanou plošku rovnoběžnou s osou. Upnutí spočívá v tom, že se nástroj zasune do upínače, dále pomocí čepu se závitem proběhne dotažení na vyfrézovanou plochu. Nevýhodou je, že průměr nástroje odpovídá průměru upínače z čehož vyplývá velká potřeba různých průměrů upínačů. Házivost nástroje je značně vysoká, je to zapříčiněno tím, že se nástroj odtlačuje upínacím šroubem mimo osu rotace. [6], [5]



Obr. 3 Schéma upínače WELDON – HSK-A100 20 304390 - HOFFMANN

Kleštinové upínače

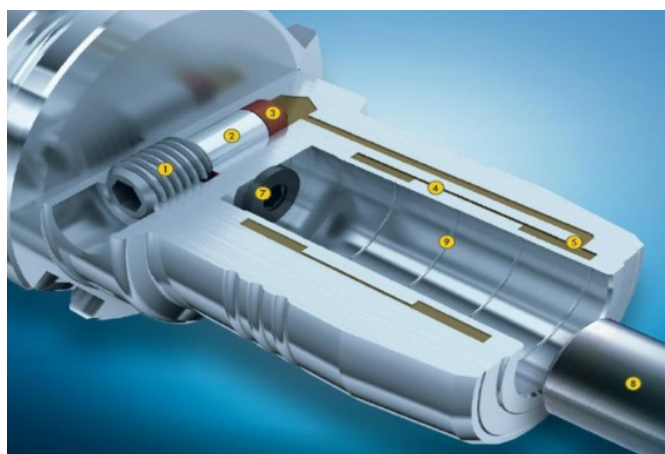
Tento typ upínače je velmi rozšířený. Systém upínání funguje na jednoduchém principu sevření nástroje v upínači. Tímto způsobem upnutí je vyvozena potřebná třecí síla pro upnutí nástroje v kleštině a potažmo i v celém upínači. Kleština je do upínače vsunuta a díky svému kuželovému tvaru proběhne vystředění. Po vsunutí nástroje do kleštiny následuje utahnutí pomocí vnějšího prstence, který zašroubováním utahuje kleštinu a upíná tím nástroj. Zároveň je i kleština zajištěna v upínači. Kleštiny umožňují velký rozsah použitelnosti, díky tomu že je lze v upínači měnit za jiné průměry. Ve firmě SOMA spol. s r. o. jsou takto upínány vrtáky a závitníky, popřípadě i frézy stopkové. [5]



Obr. 4 Schéma kleštinový ER 25 300520 – HOFFMANN

Hydromechanické upínače

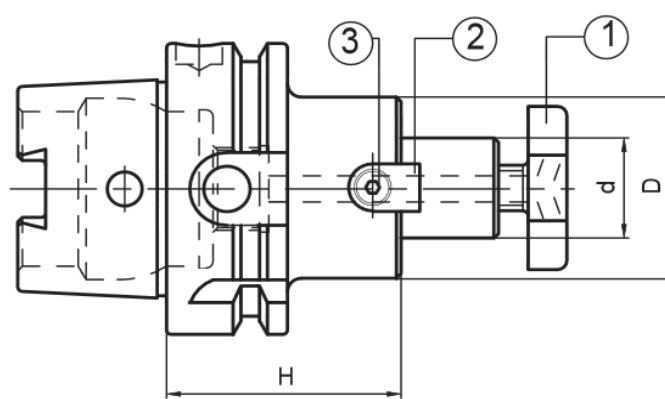
Upínač funguje na principu hydromechanického upínání. Využívá při tom vlastností kapalin, která sama o sobě nemá upínací funkci, ale slouží jako mezičlen k vyvození upínací síly, nebo posouvá nástrojový upínací člen. Výroba tohoto typu upínače je složitá, jednak jsou kladeny vysoké nároky na těsnost a s tím jsou spojeny vysoké náklady na výrobu tohoto systému. Hydraulické upínače mají velmi dobrou hodnotu obvodové házivosti. Další výhodou je tuhost upínacího systému díky velké upínací síle. Vzhledem k využití kapaliny mají hydro-upínače dobré vlastnosti při tlumení vibrací při obrábění. Hydromechanické upínače existují v mnoha typech. Každý výrobce má svůj mechanismus upínání. [5]



Obr. 5 Princip hydraulického upnutí (1-tlakový šroub, 2-tlakový pist, 3- těsnění, 4-rozpínací objímka, 5-komorový systém, 7-nastavení délky šroubu, 8- nástroj, 9-drážky) [2]

Upínací trny

Tímto způsobem jsou často upínány frézovací hlavy, vyvrtávací nože a tyče. Nástroj je nasunut na trn upínače a kroučící moment je přenášen pomocí obdélníkového držáku do něhož zapadá vybrání obráběcího nástroje viz obrázek 6. Je-li trn stopky upínače větší než kužel dutiny obráběcího nástroje, použijí se redukční nástavce. Tímto způsobem lze i celý upínač díky speciálním nástavcům prodlužovat. Proti vysunutí z upínače jsou nástroje v trnu zajištěny často křížovým šroubem, který prochází vrtáním vřetene nástroje. Upínací trny se dále rozlišují jako krátké a dlouhé nebo podle průměru trnu. [3], [4]



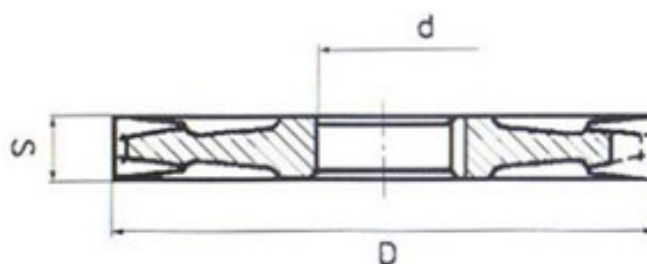
Obr. 6 Schéma upínacího trnu – HSK100AH65D40F – Kintek
(1-křížový šroub, 2-držák, 3- pojistný šroub) [4]

3.1.2 Rozdělení nástrojů ve firmě SOMA spol. s r.o.

Ve firmě SOMA spol. s r.o. bylo realizováno celkové zmapování nástrojové výbavy všech CNC frézovacích center. Na základě tohoto zmapování proběhlo následné rozdělení všech nástrojů, které je popsáno v navazující části této kapitoly. U následujícího rozdělení, je vždy vybrán jeden charakteristický představitel své skupiny a znázorněn na obrázku.

3.1.2.1 Frézy kotoučové

Sortiment těchto nástrojů je ve firmě SOMA spol. s r.o. poměrně úzký. Používá se jen několik kotoučových fréz a pilových kotoučů u několika strojů. Nástroj slouží pro výrobu drážek a prohloubení obdélníkového profilu – svěrné spoje. Kladené nároky na šířku a přesnost těchto drážek je často v setinových mezích. Velký vliv na přesnost má šíře frézy, především házivost trnu, hloubka dutiny, či házivost vřetene stroje. Kotoučové frézy a pilové kotouče se vyrábějí na podobném principu jako válcové frézy, boky jsou kuželovitě vybroušeny se střídavě šikmými břity. Tato geometrie napomáhá lepšímu vedení nástroje a odchod třísky z místa řezu. [7]



Obr. 7 Schéma kotoučové frézy nástrčné (D-vnější průměr, d-průměr upínací, s-tloušťka nástroje) [7]

3.1.2.2 Frézy monolitní

Do této skupiny nástrojů patří hlavně monolitní stopkové TK frézy jak hrubovací, tak i dokončovací. Tyto nástroje jsou zejména určeny pro frézování drážek a obvodů obrobků. Frézy jsou většinou čtyřbřité, s vnějším chlazením a lze je přebrušovat a následně znovu povlakovat. Nástroje jsou ve standardních průměrech 25, 20, 16, 12, 10 a 8 mm. Objevují se občas i jiné speciální alternace co se týče průměru, prodloužení a počtu břitů fréz. [10], [11]

Prodloužené

Vyskytuje se v několika průměrech, při čemž nejpoužívanější je průměr 20, jak v hrubovací, tak dokončovací verzi. Fréza hrubovací má na svém obvodu speciální vroubkovaný profil pro dosažení maximálního hrubování, díky snazšímu odvodu třísek z místa řezu. Což má za následek vysoký výkon při obrábění. [8], [9]



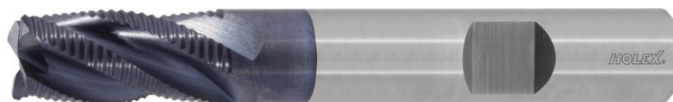
Obr. 8 Hrubovací fréza – MTC 205718 20 TiALN – HOFFMANN [8]



Obr. 9 Dokončovací fréza – FRÉZA TK 202820-HB 20 TiALN – HOFFMANN [9]

Standardní

Frézy stopkové monolitní ve standardním provedení délky nástroje se vyskytují na všech strojích v různém provedení průměrů nástroje. Frézy jsou jak hrubovací, tak dokončovací. Často mají i sesterský nástroj v zásobníku (totožný nástroj v zásobníku-nepřeruší se výroba). Hrubovací nástroj je v provedení HPC což je speciální excentrický výbrus, který jednak umožňuje vysokou řeznou rychlost (až 300 m/min), a dále lze i s tímto nástrojem zajet kolmo do plného materiálu do určité mezní hloubky. Na těžké obrobě se hrubovací nástroj vyskytuje i v průměru 25 mm. Otupené nástroje se znovu ve firmě SOMA spol. s r.o. na vlastním pracovišti brousí a posílají do externí firmy povlakovat. [10], [11]



Obr. 10 Hrubovací fréza – HPC 205492 20x38 TiALN – HOFFMANN [10]



Obr. 11 Dokončovací fréza - 202640 20,00X40 – HOFFMANN [11]

3.1.2.3 Frézovací hlavy s vyměnitelnými břitovými destičkami

Frézovací hlavu můžeme označit jako jeden z hlavních nástrojů obráběcího stroje. Výběr frézovací hlavy je ovlivněn výkonem stroje, obráběným materiálem a jeho množstvím a požadovanou kvalitou povrchu. S vhodným výběrem frézovací hlavy jsou svázány další faktory, jako je strategie frézování, a rozměry obrobku. Důležitý parametr výběru nástroje je úhel nastavení hlavního ostří κ_r . Tento úhel ovlivňuje průběh obrábění. Jedná se o úhel mezi hlavním, čelním břitem a povrchem obrobku. Závisí na něm způsob vnikání břitu do obráběného materiálu, tloušťka třísky, působení řezných sil a životnost nástroje. Čím je menší úhel nastavení hlavního ostří κ_r , tím způsobuje tenčí odebrání třísky, to má za následek rozložení objemu materiálu na větší délku břitu. Menší úhel nastavení znamená postupnější vniknutí do řezu, čímž se snižuje radiální tlak a chrání se tím břit. [12]

3.1.2.4 Odjehlovače, navrtáváky, úhlové a rádiusové nástroje

Navrtáváky

NC navrtávák se využívá pro přesné navrtání otvorů na CNC strojích následované vlastním vrtáním. Oproti vrtákům se vyznačuje krátkou drážkou ve šroubovici nemá žádné odlehčení. Díky tomu je zajištěna maximální možná tuhost tohoto nástroje. Dalším z využití navrtáváků je srážení hran a odstraňování ostřin. Další výhodou spočívá ve variabilitě, jedním navrtávákem lze předvrtat velký rozsah děr. Obvyklý průměr předvrtávané díry je 50 % až 70 % vrtané díry. Pro vrtání do snáze obrobitelných materiálů a pro běžné využití se používá navrtávák s úhlem špičky 90° při vrtání díry vrtákem s úhlem špičky do 120°. Úhel špičky navrtáváku 120° se používá při vrtání vrtákem s úhlem špičky nad 120°. To umožní vrtáku, aby hlavní břit začal řezat dříve, než se příčný břit dotkne dna navrtané díry. [14]



Obr. 12 NAVRTÁVÁK NC 90° 112020 10,00 [15]

Odjehlovače a srážče

Tyto nástroje slouží pro odstranění ořepů na hranách obrobku. Je jich několik druhů. Záhlubník kuželový 90° s válcovou stopkou viz. obr. 13, se používá při srážení hrany u malých otvorů, nebo před závitováním. K srážení menších obrobků se používá ve firmě SOMA spol. s r.o. TK odjehlovač hran 90° viz. obrázek 14. Je to monolitní nástroj, s kterým se dají i částečně předvrtávat otvory. Další možnost, jak srazit hrany jsou plátkové odjehlovače například fréza fazetková 45° viz. obrázek 15. [15], [16], [17]



Obr. 13 ZÁHLUBNÍK KUŽELOVÝ 90° 150180 20,5 [15]



Obr. 14 ODJEHLOVAČ TK 90° 208121 6 [16]



Obr. 15 FRÉZA FAZETKOVÁ 16 216100 [17]

Rádiusové nástroje

Těchto monolitních kopírovacích nástrojů se ve firmě SOMA spol. s r.o. mnoho nevyskytuje. Jsou zde ale zastoupeny jak vyduté, tak vypouklé frézy. Jediným zástupcem mezi vydutými frézami má rádius R10 mm. U vypouklých je to rádiusová fréza R5 mm. [12], [13]



Obr. 16 Rádiusová fréza – FRÉZA TK RÁDIUSOVÁ 10 208020 – HOFFMANN [12]



Obr. 17 Fréza rádiusová – FRÉZA TK RÁDIUSOVÁ 5 207280 – HOFFMANN [13]

Úhlové frézy

V současné době díky více osým strojům jsou tyto nástroje relativně na ústupu. Jsou nahrazovány klasickým nástrojem, který je nakloněn do přesného úhlu, jaký je potřeba. Tam kde nelze nahrazovat, například rybinové drážky tam se využije úhlová fréza. Protože úhlové frézy mají jen krátké břity, používáme je při frézování úzkých šikmých ploch o určitém úhlu sklonu, který musí být shodný s úhlem sklonu břitů frézy. [18]



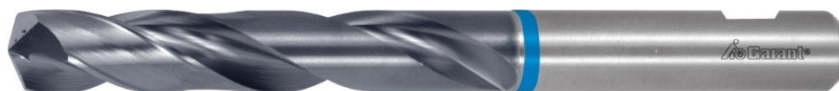
Obr. 18 Fréza stopková úhlová - 2262 16X45° - ZPS [26]

3.1.2.5 Vrtáky

Výběr vhodného vrtacího nástroje závisí na mnoha faktorech, mezi něž patří zejména průměr vrtané díry, délka díry, materiál, požadovaná tolerance, použitý stroj a v neposlední řadě i počet vrtaných děr. Všechny tyto faktory ovlivňují hospodárnost a jakost výroby. Vrták je zhotoven z válcovitého tělesa, v němž jsou vytvořeny dvě protilehlé šroubovitě drážky, ty slouží pro odvod třísek z místa řezu a také přívod chladicí kapaliny, jejich tvar a stoupání určují úhel čela. Podle toho, jaký materiál má být konkrétním vrtákem obrobena určuje sklon drážek k ose vrtáku (od 10° do 45°). Vedení vrtáku ve vrtané díře zajišťuje válcová fazetka, je to úzká válcová ploška na vedlejším ostří vrtáku. Tělo nástroje je mírně kuželovité od špičky ke stopce se nepatrně zužuje (o 0,02 - 0,08 mm na 100 mm délky), což zmírňuje tření v díře. Vrtáky mají dvě hlavní ostří, ty spolu svírají vrcholový úhel, uhel závisí na obráběném materiálu. Většina vrtáků má 118° . Vnitřní chlazení napomáhá lepšímu odvodu tepla z místa řezu a tím i možnost zvýšení řezných podmínek, zlepšení odvodu třísek. Vnitřní chlazení vrtáků tedy podstatně sníží opotřebení nástroje. Upínací část vrtáku tvoří stopka válcová nebo kuželová. Vrtáky mohou být pravořezné nebo levořezné. [19]

Základní dělení vrtáků podle délky: [19]

- krátké – hloubka vrtání 3x D
- střední – hloubka vrtání 5x D
- dlouhé – hloubka vrtání 10x D



Obr. 19 VRTÁK TK 122659 19,80 – HOFFMANN [20]

3.1.2.6 Vrtáky s VBD

Nástroje lze využít jednak jako rotační anebo stacionární na soustruhu. Držák se stopkou má válcový průměr někdy i s ploškou pro upnutí v držáku weldon. Řeznou část tvoří dvě nebo více vyměnitelných břitových destiček. Pro odvod třísek jsou v tělese vyfrézovány dvě drážky. Tento typ vrtáku je určen do plného materiálu, to znamená že odpadá navrtávání a předvrtávání. Vyrábí se pouze v délkách, které umožní vrtat do hloubky $2 \times D$ až $5 \times D$. Vrtáky s VBD umožňují dosáhnout vysoké řezné rychlosti a tím zvyšují výkon vrtání pěti násobně až deseti násobně proti šroubovým vrtákům z rychlořezné oceli. Výhodou je práce v nestabilních podmínkách přerušovaného řezu. [19]



Obr. 20 VRTÁK VBD - 22,00 - WDX220D5S25 – SUMITOMO [19]

3.1.2.7 Výstružníky

Přesné a tolerované otvory se po vrtání či vyhrubování dokončují vystružováním. Přídavek na vystružování se musí stanovit tak aby došlo k odebrání jen malé části materiálu po celém obvodu díry, při čemž nesmí být příliš velký, to by nemohlo dojít k protočení výstružníku. Přídavek na obrábění se obvykle stanoví z tabulek dle obráběného materiálu. Vystružování je jednou z posledních operací při obrábění a zhotovují se jí přesné a lícové díry. Opracovávají se pouze vnitřní rotační plochy, kterými se zvyšuje přesnost rozměrů a zlepšuje se jakost povrchu. Výstružníky jsou mnoho bříte nástroje. [21]

Rozdělují se: [21]

- podle tvaru obvodových ploch na válcové nebo kuželové
- podle způsobu použití na ruční a strojní
- podle způsobu výroby zubů na pevné, rozpínací s frézovanými zuby a stavitelné se vsazenými noži
- podle způsobu upínání jsou se stopkou válcovou nebo kuželovou a výstružníky nástrčné



Obr. 21 VÝSTRUŽNÍK STROJNÍ TK 164340 12,00 H7 – HOFFMANN [22]

3.1.2.8 Vyvrtávací tyče a nože

Výhoda vyvrtávacích nožů a tyčí spočívá v tom, že pracují přesně a vytvářejí přesnou kruhovitost a souosost vyvrtávané díry. Oproti klasickým vrtákům, výhrubníkům a výstružníkům kterými jsme schopni vyrobit pouze jeden průměr, vyvrtávací tyče a nože pokrývají určitý rozsah průměrů. Lze je tak nastavovat na požadovaný průměr a toleranci. Jedna z nevýhod je, že otvory musí být předhotoveny. Jako první se při vyvrtávání používá vyvrtávací tyč. Hrubování tyčí se zpřesní poloha a geometrický tvar díry. Ve firmě SOMA spol. s r.o. se používají dvoubřité vyvrtávací tyče. Všechny břity musí být přesně seřízené, pracují pak na stejném průměru a odebírají stejný průřez třísky. Tyč je tak namáhána pouze točivým momentem a ne ohybem. K obrábění načisto se používají ve většině případů jednobřité vyvrtávací tyče. Při vyvrtávání načisto se používá vyšší řezná rychlost, tím je průřez třísky malý, zlepší se i jakost obrobeného povrchu. Vyvrtávací nože a tyče se upínají různými způsoby. Musí být vždy seřízena poloha nože, aby bylo možné určit vyvrtávaný průměr. Požadovaný průměr vyvrtávané díry se nastavuje mikrometrickým šroubem. [23], [24]



Obr. 22 Upínač modulární NCT – A100M.2.40.030.50, Redukce NCT – A102M.0.50.070.40, Hrubovací vyvrtávací tyč – B 3220.N4.041-055.Z2.CC09



Obr. 23 Upínač – A 100 M.7.100.080.50.HSK, Prodloužení NCT – A101M.0.50.070.50, Hrubovací vyvrtávací tyč – B 3230.N5.055-070.Z1.CC06

3.1.2.9 Záhlubník se zpětným chodem

Zahlubování slouží k obrobení souosého válcového nebo kuželového zahloubení děr pro válcové nebo kuželové hlavy zapuštěných šroubů. Pro zahlubování v nepřístupných místech (tzv. „zpětné“ zahlubování) jsou určeny speciální záhlubníky, u nichž je těleso s řeznou částí umístěno vůči upínací stopce excentricky. Po zasunutí nástroje do předvrtané díry dojde k přesunu obrobku ve směru kolmém k ose vřetena obráběcího stroje (o příslušnou hodnotu, maximálně o excentricitu) a po spuštění rotace vřetena je pomocí zpětného osového posuvu vytvořeno požadované zahloubení. [33]



Obr. 24 ZÁHLUBNÍK ZPĚTNÝ 217180 20 [25]

3.1.2.10 Zapichovací, drážkovací frézy

Drážkovací frézy, které se používají ve firmě SOMA spol. s r.o. pro výrobu drážky o-kroužků umístěných v dutině musí splňovat řadu faktorů. Jedním z nich je umožnění dostatečného vyložení nástroje z upínače, dále potřebná šíře drážky a její hloubka. Ve firmě SOMA spol. s r.o. se používají vyměnitelné hlavice, které se našroubují do upínacího držáku, viz obrázek 25. Tyto hlavice pokrývají široký rozsah, co se týče šíře a hloubky obráběné drážky. [27]



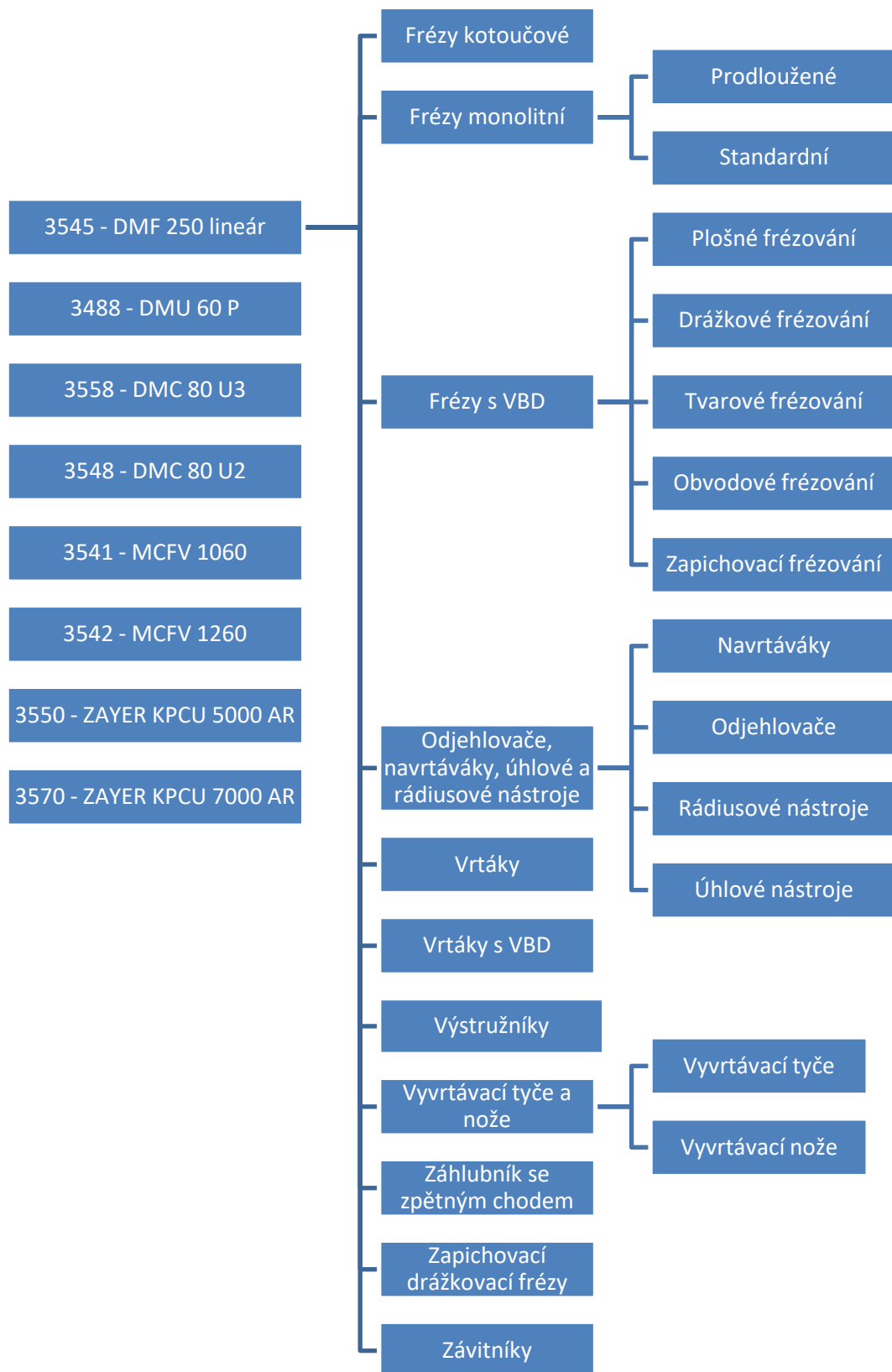
*Obr. 25 Upínač – HSK-A100 ER25 305485 - D'Andrea, Držák – MM GRT-120C-T08 – ISCAR,
Hlavice - MM GRIT 22K-3.25-0.20 IC528 – ISCAR*

3.1.2.11 Závitníky


Nástroj slouží pro vytvoření závitů v materiálu, který má válcový otvor. Jedním ze způsobů, jak závit vytvořit je za použití sady tří závitníků, které postupně vyříznou požadovaný závit (označeny jsou obvykle jedním a dvěma proužky, třetí – kalibrační závitník je bez proužku). První závitník odebírá 60%, druhý 30% a třetí 10% materiálu. Další způsob, jak vytvořit závit a často nejpoužívanější ve strojní výrobě je pomocí strojního závitníku. Tento nástroj umožňuje vytvořit požadovaný závit jedním nástrojem a najednou. Drážky závitníku sloužící pro vytvoření závitu nebo pro jeho kalibraci mohou být přímé nebo ve šroubovici. Závitníky jsou ukončeny stopkou se čtyřhranem. Ve firmě SOMA spol. s r.o. se nejčastěji používají strojní TK závitníky tvářecí, průchozí a neprůchozí. [25], [26]

4 Databáze současného stavu řezných nástrojů k jednotlivým strojům

Rozdělení nástrojů proběhlo na základě dělení dle strojů, kapitola 2.1. To znamená, že všechny nástroje, které byli ve stroji či mimo něj byli zdokumentovány. Dokumentování proběhlo způsobem fotografování kódového značení nástroje a jeho celku i s upínačem. Součástí sběru informací bylo značení nástroje obsluhou a programátory (kódové značení, zavedené symboly a zkratky). Tyto nástroje, vztažené k jednotlivým strojům byli dále rozděleny dle jednotlivých skupin, které byli popsány v kapitole 3.1.2. viz obrázek 26. Rozdělení všech nástrojů je tedy vždy vztaženo k jednotlivému stroji. V této skupině je vždy každý nástroj i s upínačem popsán samostatně v sestavě řezného nástroje. Tato sestava řezného nástroje obsahuje veškeré informace o nástroji. Ukázka sestavy řezného nástroje viz obrázek 27, 28 a v příloze 2. Bylo vytvořeno celkem 1317 sestav řezného nástroje a přibližná doba vytvoření jedné sestavy je 30 minut. Ukázka jednotlivých množství vztažených ke stroji a jednotlivé skupině nástrojů viz tabulka 2.



Obr. 26 Rozdělení všech CNC frézovacích center a ukázka rozdělení všech nástrojů vždy vztažené k jednomu stroji (u ostatních strojů stejné dělení)

	DMC 80 U2 duoBlock, KPCU 5000 AR, KPCU 7000 AR	Strana: 1/2 Změna č. 0
---	---	---------------------------

Označení sestavy	Popis
T28	Hlava hrubovací fréza ASRFM, pr. 42mm



Pozice	Počet kusů	ID	Název	Označení	Výrobce
10	1	92044	Upínač	ASRFM 920-A10016100	Hitachi tool
20	1	91422	Fréza	ASRFM-4042R-4-M16	Hitachi tool
30	4	119779 92040	Destičky VBD	SDMT1205ZDTN-R15 GX2140 – ocel SDNW1205ZDTN JX1045 – litina	Hitachi tool
31	4	101442	Šroub Torx	ET175 / 250-141(A)	Hitachi tool

TGS - Hitachi tool - ASRFM-4042R-4-M16

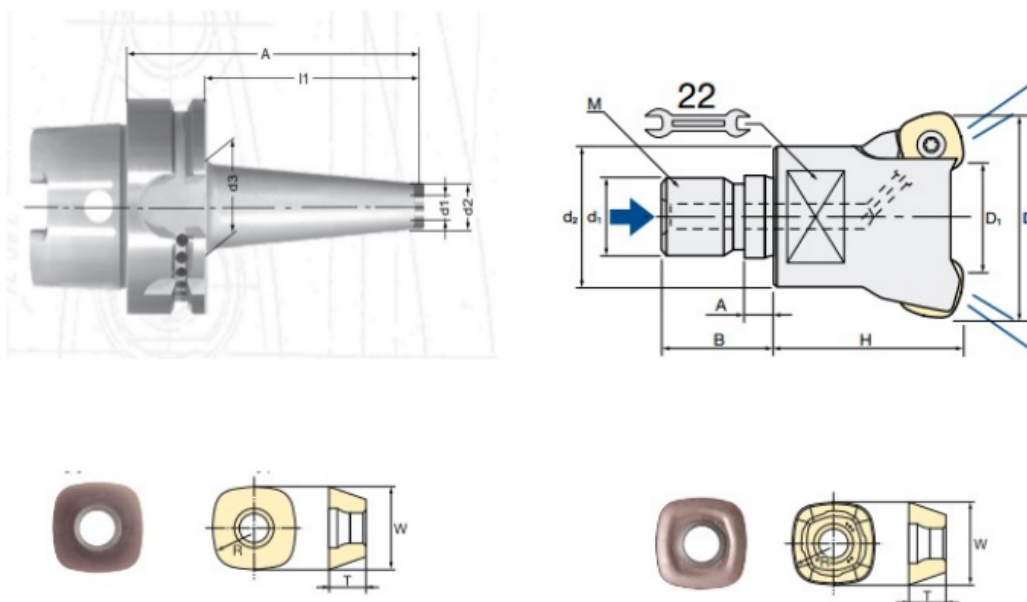
Obr. 27 Ukázka konkrétní sestavy řezného nástroje – frézovací hlava s VBD ASRFM 42 – Hitachi (první strana)

Rozměry hlavní					
Průměr		Vyložení	Délka řezné části	Úhel nastavení hl. ostří	Chlazení
Da /mm/	Dc /mm/	Xs /mm/	Lc /mm/	Kapa /°/	-
42	24	129+40=169	12	CAM R 4,5	vnitřní

Řezné podmínky							
vc /m/min/	fz /mm/	f /mm/min/	n /1/min/	z /1/	ae /%/	ap /mm/	mat.
150	2	4732	910	4	100	0,5-1,5	P
90	0,6						

Řezné podmínky							
vc /m/min/	fz /mm/	f /mm/min/	n /1/min/	z /1/	ae /%/	ap /mm/	mat.
150	2	4732	910	4	100	0,5-1,5	K
90	0,6						

f, n spočítány pro střed vc, fz. Destička VBD:
Detaily:



20 TĚLESO									10 UPÍNAČ					30 DESTIČKY		
Z	D	D1	H	d1	M	d2	A	B	d1	d2	d3	A	H	R	W	T
4	42	24	40	17	16	29	6	23	M16	29	40	129	100	15	12,7	5,56

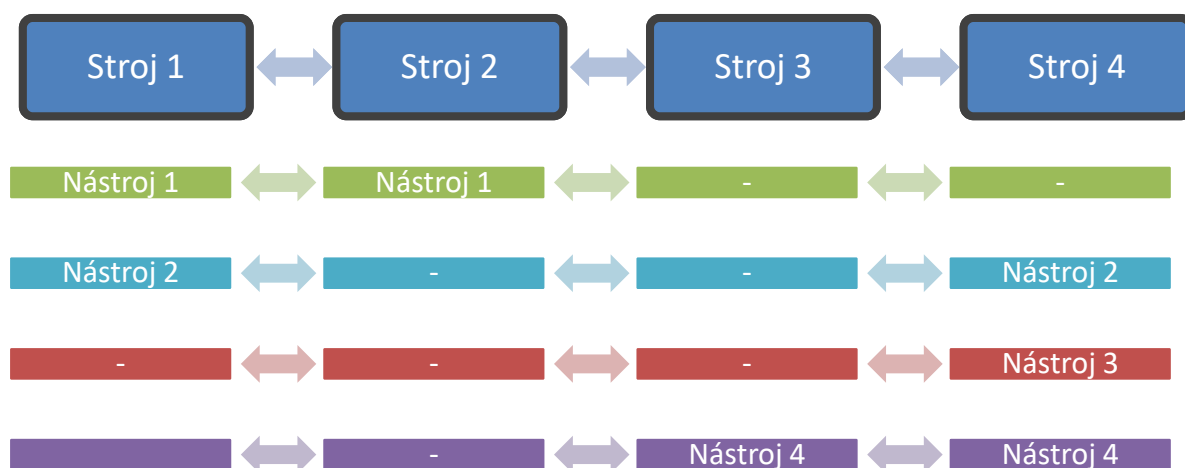
TGS - Hitachi tool - ASRFM-4042R-4-M16

Obr. 28 Ukázka konkrétní sestavy řezného nástroje – frézovací hlava s VBD ASRFM 42 – Hitachi
(druhá strana)

Jednotlivé sestavy řezných nástrojů obsahují:

- označení na kterých strojích se vyskytuje
- značení sestavy (kódové značení)
- popis nástroje
- fotografie sestavy
- u frézovacích hlav symbolové značení ploch které lze s konkrétním nástrojem obrábět
- kódové a firemní označení upínače, nástroje, popřípadě VBD a jejímu upínacímu šroubu
- parametry nástroje – průměr (činný, maximální), vyložení, délka řezné části, úhel nastavení ostří, chlazení
- řezné podmínky uvedené podle výrobce nástroje pro konkrétní materiál
- grafické znázornění i s jednotlivými rozměry upínače, nástroje, popřípadě VBD

Na základě přehlednosti a lehčí dohledatelnosti toho kde se jednotlivé nástroje nacházejí, byla vytvořena celková tabulka nástrojů. Tabulka se vždy vztahuje k jednotlivé skupině nástrojů viz kapitola 3.1.2. Rozdělení tabulky je dle jednotlivých strojů – svisle, a ve vodorovném směru, podle konkrétního nástroje. To znamená, že na jednom řádku je vždy jen jeden konkrétní typ nástroje, který odpovídá stroji (sloupec) kde se vyskytuje. Tímto jednoduchým způsobem lze lehce dohledat, kde se nástroj nachází (na kterém stroji), jak je upnut a v kolika alternacích se zde vyskytuje. Součástí této tabulky je hypertextový odkaz ke každému nástroji, díky němu se otevře patřičná sestava řezného nástroje. Tabulka porovnání nástrojů je umístěna v každé skupině nástrojů, u každého stroje – je to z důvodu rychlejší dohledatelnosti. Ukázka tabulky viz příloha 3.



Obr. 29 Schéma porovnávání strojů a řezných nástrojů – celková tabulka nástrojů

Tab. 1 Ukázka celkové tabulky řezných nástrojů vztažených k jednotlivým strojům

3558-DMC_80-3U-palet						
Kódové označení sestavy	Popis nástroje obslouhou a programátorem	Délka vyložení	Poznámky:			
			Použitý upínač - kódové značení	Kódové značení nástroje	Typ VBD které se používají	Hypertextový odkaz na nástroj
50	32-ASRM	169,1119	920-A10016100	ASRM-2032R-5	EPMT0603TN-8	ps/technologie/N
51	ASRM-32-PMK	218,9872	920-A10016150	ASRM-2032R-5I	EPNW0603TN-8	alet/3558-Databá
54	ASRM-40-PKH	169,0103	920-A10016100	ASRM-2040R-6-M16	EPMT0603TN-8	alet/3558-Databá
55	ASRM-40-PKH	219,0805	920-A10016150	ASRM-2040R-6-M16	EPNW0603TN-8	alet/3558-Databá



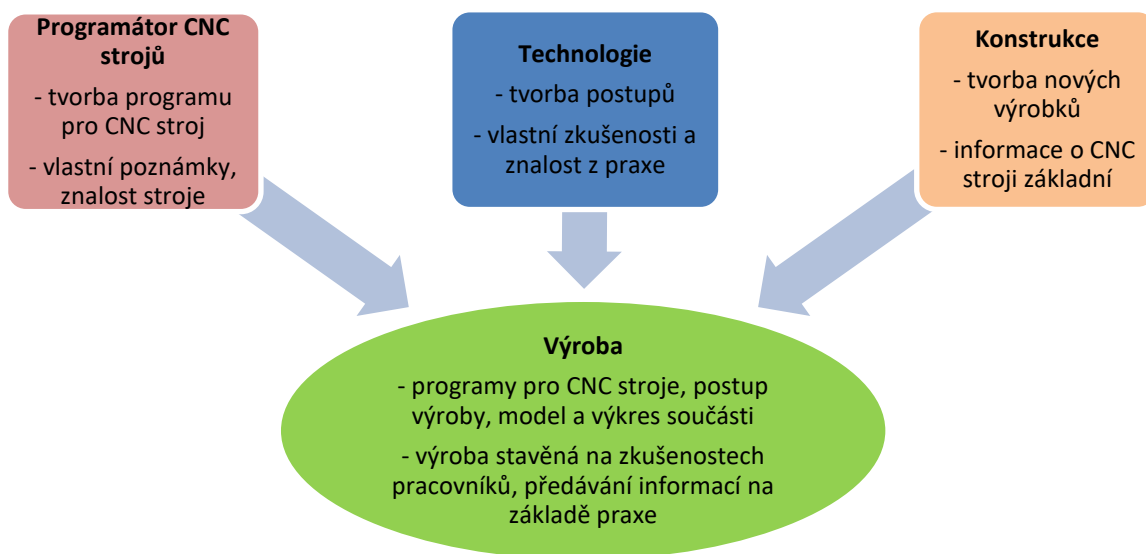
3488 - DMU 60 P						
Kódové označení sestavy	Popis nástroje obslouhou a programátorem	Délka vyložení	Poznámky:			
			Použitý upínač - kódové značení	Kódové značení nástroje	Typ VBD které se používají	Hypertextový odkaz na nástroj
32	ASRM-32	109,1	920-A1001650	ASRM-2032R-5	EPMT0603TN-8	3558-Databáze nás
33	ASRM-40	159,1	920-A10016100	ASRM-2040R-6-M16	EPNW0603TN-8	3558-Databáze nás

Tabulka porovnání nástrojů obsahuje:

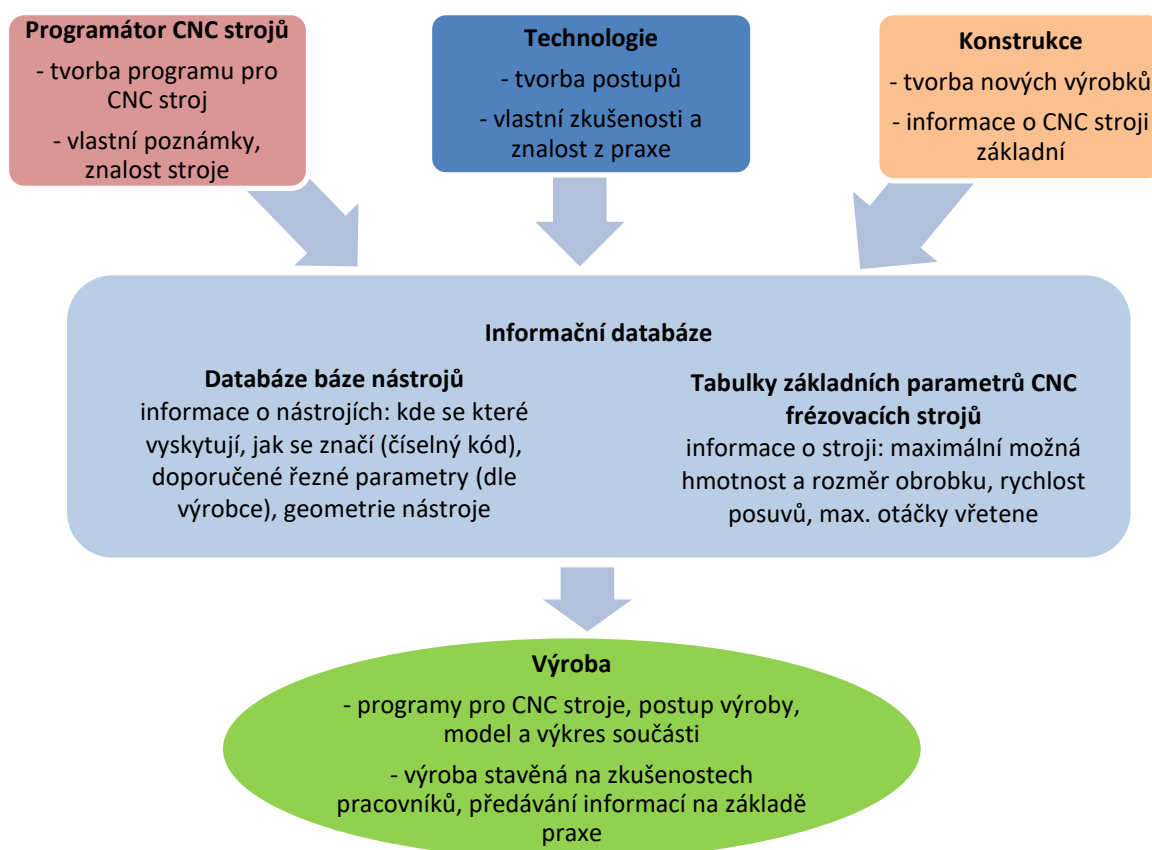
- označení na kterých strojích se vyskytuje
- značení sestavy – dle kódu
- popis nástroje obslouhou a programátorem
- délka vyložení
- použitý upínač – kódové značení
- kódové značení nástroje
- typy VBD které se používají
- hypertextový odkaz na nástroj

Tab. 2 Počet všech zdokumentovaných nástrojů vztahený ke konkrétní skupině nástrojů a stroji dle dělení firmy SOMA spol. s r.o.

Počet sestav řezných nástrojů vztahený k jednotlivým strojům [-]										
Dělení nástrojů ve firmě SOMA spol. s r.o.		Kódové značení strojů							Součet jednotlivých skupin řezných nástrojů	
		3545	3488	3558	3548	3541	3542	3550		3570
Frézy kotoučové		0	6	1	0	2	0	0	1	10
Frézy monolitní	Prodloužené	0	5	10	2	6	1	9	2	35
	Standardní	24	26	12	12	10	14	20	22	140
Frézy s VBD	Plošné frézování	7	4	8	4	3	4	14	11	55
	Drážkové frézování	5	10	13	7	11	9	10	7	72
	Tvarové frézování	2	3	2	2	3	4	1	0	17
	Ježkové frézy	0	0	0	0	0	0	5	2	7
	Frézy zapichovací	0	0	0	0	0	0	2	1	3
Odjehlovače, navrtávky, úhlové a rádiusové nástroje	Navrtávky	0	6	4	4	4	5	1	2	26
	Odjehlovače	5	5	5	2	1	3	7	3	31
	Rádiusové nástroje	6	2	2	0	3	0	1	3	17
	Úhlové nástroje	1	0	1	2	6	0	0	0	10
Vrtáky		49	61	76	58	40	38	51	46	419
Vrtáky s VBD		1	3	6	5	11	1	11	5	43
Výstružníky		10	22	16	7	8	5	12	8	88
Vyvrtávací tyče a nože	Vyvrtávací tyče	0	17	10	7	0	13	4	0	51
	Vyvrtávací nože	6	17	15	14	1	14	17	12	96
Záhlubník se zpětným chodem		0	1	2	2	0	0	4	1	10
Zapichovací drážkovací frézy		10	7	7	3	11	0	1	1	40
Závitníky		17	17	31	18	7	16	20	21	147
Součet všech řezných nástrojů k jednotlivému stroji		143	212	221	149	127	127	190	148	
Celkový součet všech vytvořených sestav řezných nástrojů		1317								



Obr. 30 Ukázka toku informací před vytvořením databáze nástrojů a tabulek základních parametrů frézovacích CNC strojů firmy SOMA spol. s r.o.

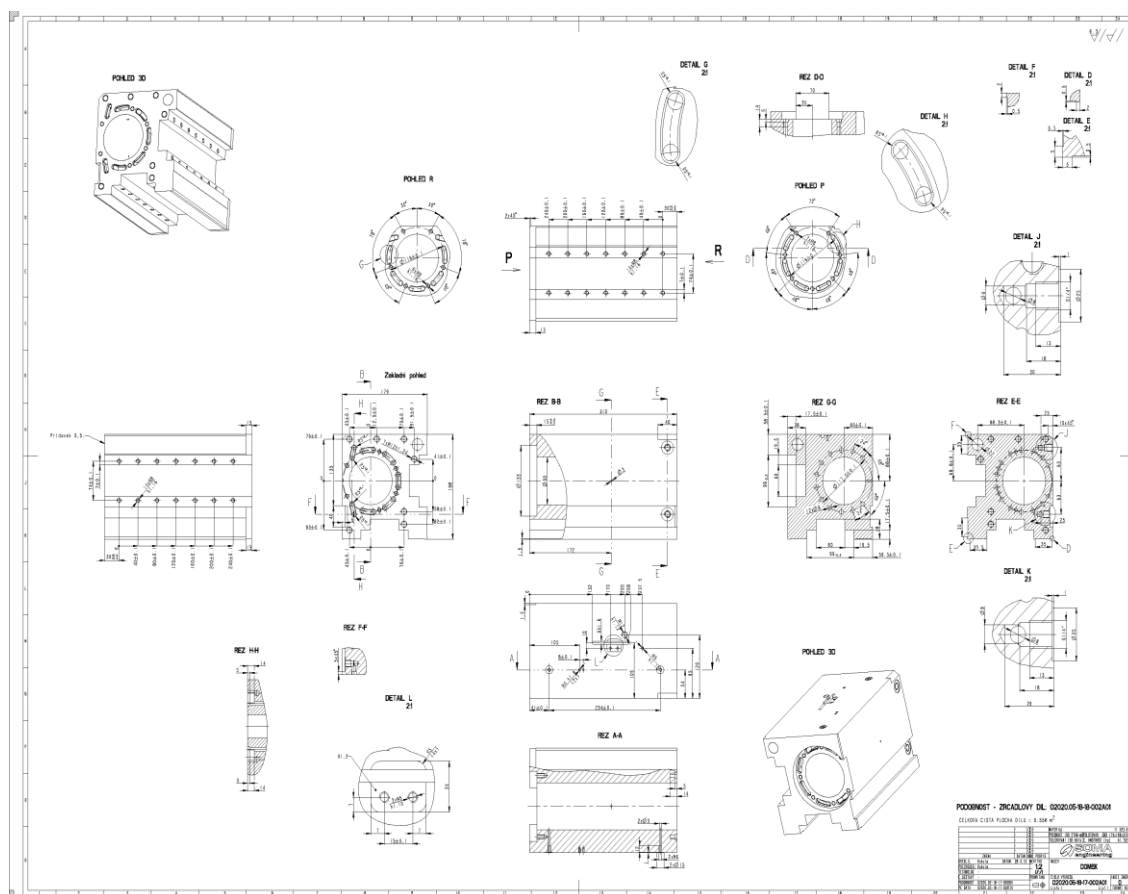


Obr. 31 Ukázka toku informací při využívání databáze nástrojů a tabulek základních parametrů frézovacích CNC strojů firmy SOMA spol. s r.o.

5 UNIFIKACE CÍLENÝCH NÁSTROJŮ A ŘEZNÝCH PODMÍNEK

5.1 Testy frézovacích hlav s vyměnitelnými břitovými destičkami

Na základě výběrového řízení na dodavatele obráběcích nástrojů, realizovaného společností SOMA spol. s r.o., byly ve spolupráci s ČVUT v Praze navrženy zkoušky a hodnocení výběru vhodného dodavatele nástrojů. K porovnání obráběcích nástrojů byly navrženy – zkoušky pro hrubování drážek, kapes a čelních ploch polotovaru. Hlavním cílem zkoušek bylo porovnání několika obráběcích nástrojů. [28]



Obr. 32 Výkres reálného dílce („DOMEK“ – číslo dílce: „02020_05-18-17-002A01“),
pro návrh vhodných obráběcích nástrojů pro realizaci zkoušek

5.1.1 Výsledky testů

Do výběrového řízení na dodavatele nástrojů se přihlásili dvě firmy Walter s.r.o. a TGS s.r.o. S těmito firmami má společnost SOMA spol. s r.o. dlouholeté zkušenosti. Veškeré informace o testech a výsledcích jsou pro všechny zúčastněné strany velmi důvěrné, z tohoto důvodu nebudou přesné hodnoty a postupy testů zveřejněny. Ukázka řešení a zohlednění jednotlivých parametrů při testech jsou umístěny v příloze 4.

Na základě testů řezivosti vybraných řezných nástrojů ve firmě SOMA spol. s r.o. vyplývá, že sféra zájmu bude rozdělena na frézovací hlavy drážkovací o průměru menším, než šedesát pět milimetrů náležící jednomu dodavateli a frézovací hlavy k obrábění ploch, větší a o průměru šedesát pět milimetrů případnou dodavateli druhému. Díky nástrojové databázi, byla tato sféra zájmů rozdělena dle těchto průměrů a vytvořeny tabulky sloužící pro náhrady frézovacích hlav v rámci unifikace nástrojů. Ukázka tabulky náhrady frézovacích hlav je umístěna v příloze 5. Součástí těchto tabulek je celkový přehled, kde se jednotlivé frézovací hlavy nachází, na jakých strojích a v jakém počtu. Dále jsou zde uvedeny břitové destičky, které se používají, a to i jejich odebrané množství za rok 2015, 2016 a dále cena těchto destiček za jednotlivé období. Úkolem dodavatelů bylo tento sortiment nástrojů zúžit a použít zde nástroje, které vyšli v testech nejlépe. Každý z dodavatelů navrhl určité řešení, jak vše nahradit a za jaké ceny je schopen nástroje a VBD dodat. Nyní probíhá implementace vytipovaných nástrojů do výroby. Nahrazování probíhá postupně tak, že se koupí od každé frézovací hlavy jen pár kusů a několik VBD. Tyto testované frézovací hlavy se odzkouší s technikem dodávajícím nástroje. Poté až budou nástroje odzkoušeny a jejich obráběcí parametry budou stejné nebo lepší než ty, za které mají být nahrazeny tak až poté bude přistoupeno k celkové výměně všech nástrojů v celé firmě. Vytipovat, které nástroje se budou vyměňovat či nebudou, je na společné komunikace obou stran, jak dodavatele, tak, firmy SOMA spol. s r.o. Díky tomuto zúžení sortimentu frézovacích hlav proběhne i zmenšení sortimentu potřebných VBD a tím snazší implementace výdejních automatů.

Tab. 3 Ukázka tabulky náhrad nových frézovacích hlav s VBD

SOUČASNÝ NÁSTROJ	Nástroj		CNP 50	CNP 80	CNP-125	
	Kódové značení tělesa		CNP 13050 RS	CNP 13080 RS	CNPF13125RS	CNPF13125RS_LEVÁ
	Destička VBD		CNMU130608N	CNMU130608N	CNMU130608N	CNMU130608N
	Pracoviště	3541 – Frezka CNC ZPS 1060NT				
		3542 – Frezka CNC ZPS 1260NT				
		3545 – Frézka CNC DMF 250 linear				
		3488 – Centrum NC MAHO DMU 60 P				
		3548 – Frézka CNC DMC 80 U duoBlock	1	1	1	
		3558 – Frézka CNC DMC 80 U3 robot. paletizace	4	4	1	
		3550 – Frézka CNC Zayer KPCU 5000 AR		1	2	1
		3570 – Frézka CNC Zayer KPCU 7000 AR	2	1	2	
	Množství VBD 2016		400	400	330	400
	Cena celkem 2016 [kč]					
	Cena za 1 kus 2016 [kč]					
MOŽNÉ NAHRAZENÍ	Kódové značení tělesa		F5141.B22.050.Z05.12	F5141.B27.080.Z07.12	F2260.B.125.Z08.11	F2260-720006L
	Destička VBD		LNHU130608R-L55T	LNHU130608R-L55T	LNMU150812T-27T	LNMU150812T-27T
	Cena zavádějící [kč]					
	Cena standardní [kč]					
	Cena za 1 kus VBD 2017 [kč]					

6 IMPLEMENTACE DO VÝROBY – VÝDEJNÍ AUTOMATY PRO SPOTŘEBNÍ MATERIÁL

V rámci unifikace probíhá implementace nových frézovacích hlav do výroby. Unifikace proběhla dle výše uvedených testů a jednotlivých náhrad ve spolupráci s dodavateli nástrojů. V současné době je řešen projekt nástrojového managementu. Byli vytvořeny tabulky všech používaných řezných nástrojů za období 2015 a 2016. Zde proběhlo rozdělení do skupin dle typu nástroje (VBD, vrtáky, frézy, závitníky atd.). Nyní se řeší budoucí správa a dodávání nástrojů pro firmu SOMA spol. s r.o. Jednou z důležitých součástí této správy nástrojů je výdejní automat na nástroje viz následující kapitoly 6.1 a 6.3.

6.1 Systém pro automatický výdej nástrojů

Proces správy nástrojů je v mnoha výrobních podnicích výraznou administrativní zátěží. Systém výdejních automatů může tuto administrativní zátěž výrazně snížit a uspořit s tím spojené náklady. Z těchto výdejních automatů lze vydávat různé zboží. Oproti klasickým automatům na nápoje a jiné jsou vybaveny počítačem, který vede evidenci o odběrech, ten může být napojený na centrální databázi. Výdejní automaty na nástroje se liší způsobem výdeje – spirálový nebo s 3D-mechanizmem. Způsob výdeje ovlivňuje množství druhů a kapacitu vydávaných výrobků. Využití výdejních automatů usnadňuje logistiku se spotřebním zbožím ve firmách. Sledování online stavu zbylých položek v automatu zpřesňuje objednávky. Výdejní automat na nástroje umožňuje i vytvořit konsignační sklad pro externí dodavatelské firmy. [29], [30]



Obr. 33 Ukázka výdejního automatu – zásuvkový systém [43]

Proč je tento systém výhodný

Výhodou výdejních automatů je úspora nákladů a s nimi spojenou administrativou, zákazník může být pouze informován o spotřebě nástrojů formou reportů – pravidelných hlášení za určité období. Veškerá práce týkající se nástrojového managementu je převedena na dodavatele. Dodavatel na sebe bere zodpovědnost minimálního naskladnění předem domluvených zásob ve výdejním automatu. Dále to že výdejní automat bude fungovat a vydávat požadované nástroje za předem domluvené ceny. Nástroj se obvykle stává majetkem zákazníka ve chvíli, kdy je vyskládněn z výdejního automatu na nástroje (záleží na domluvě a obrátkovosti). Další z výhod je kontrola zásob. Každé vyskládněný nástroj lze přiřadit konkrétní osobě nebo konkrétní zakázce. [31]

Konstrukce výdejního automatu na nástroje

Způsoby vydávání nástrojů z výdejních automatů jsou v podstatě dva. Spirálový systém – „tatrunkový systém“ je založen na principu jedna spirála – jeden typ nástroje. Tímto způsobem lze vydávat VBD i monolitní nástroje po jednom kuse či v balení. Druhou z variant je přihrádkový systém v kombinaci buď celá zásuvka s jednotlivými uzamykatelnými přihrádkami nebo jen s konkrétním nástrojem. Variant řešení celkového uspořádání je mnoho. S přihrádkami lze podle potřeby hýbat a nastavovat na konkrétní nástroje. Maximální počet nástrojů ve výdejním automatu na nástroje je dán počtem a druhem (rozdělením) polic v něm umístěných. Ke každé pozici lze přiřadit jiný typ nástroje a v případě potřeby ho rychle změnit. [43]



Obr. 34 Konstrukce výdejního automatu – způsob uskladnění (vlevo spirálový systém, vpravo zásuvkový systém) [33], [33]

Řídicí systém výdejního automatu

Řídicí systém výdejního automatu je napojen na síť či internet, a je tak schopen předávat data o pohybu nástrojů ve výdejním automatu „on-line“. Uživatelská firma získá přehled o aktuálních počtech nástrojů ve výdejním automatu v porovnání s jejich minimálním počtem nebo o tom kdo vybíral jaké nástroje a kdy. Tento systém hlásí nedostatky v podobě reportů konkrétní pověřené osobě, která má za úkol ho doplňovat. Díky „on-line“ připojení je zajištěna rychlá servisní podpora výdejního automatu. [32]

Zabezpečení výdejního automatu

Výdejní automat musí být maximálně zabezpečen po stránce mechanické i elektronické. Výdejní automat řešený spirálovým výdejem bývá chráněn elektromagnetickým trezorovým zámekem. Spolu s klapkou výdeje brání neoprávněnému vniknutí do prostoru automatu. Výdejní automat je konstruován tak, aby mohl být připevněn ke zdi, nebo k podlaze. Cílem všeho je zabránit neoprávněné manipulaci. K řídicímu systému může být připojena kamera, která zaznamenává vše v okolí výdejního automatu. Díky pohybovým čidlům je veškerá neoprávněná manipulace ihned zaznamenána a řídicí systém předá tuto informaci kompetentním osobám (např. ochrance firmy). [32]

Co lze z automatů vydávat: [30]

- brýle, respirátory, rukavice, brýle, masti na ruce, špunty do uší, vesty, košile, helmy, obuv, jednorázové kombinézy
- vrtáky, frézy, závitníky, destičky, svítilny, baterie, brusné kotouče (jednotlivě či balené sady)
- Mazadla, tmely, lepidla, oleje, spray

6.2 Výdejní automat na měřidla

Součástí dalších uživatelských zlepšení procesu výroby, je systém výdejního automatu na měřidla. Automat na měřidla umožňuje výdej a zpětné naskladnění vypůjčených měřidel. Kromě zapůjčení měřidel systém zajišťuje celkovou kontrolu nad pohybem měřidel ve firmě včetně kontroly navrácení, dále zajišťuje kontrolu kalibračních termínů, poskytuje informace o aktuální poloze měřidla. Součástí může být i reporting o pohybu či potřebné kalibraci pověřené osobě. Vše může být součástí jednoho výdejního místa jak nástrojů, tak měřidel, vše se společným řídicím systémem. Měřidla jsou tak k dispozici vždy a bezobslužně. [32]

Hlavní výhody: [32]

- Dostupnost 24 hodin denně/365 dní v roce
- Úspora času při správě měřidel a ručních přístrojů
- Neustálý přehled nad vypůjčenými měřidly včetně informace o aktuální poloze měřidla na pracovišti
- Individuálně nastavitelné doby výpůjčky k jednotlivým měřidlům
- Kontrola kalibračních termínů
- Urgence v případě nevrácení měřidla v termínu
- Identifikace měřidel pomocí čárového kódu
- Automatický reporting

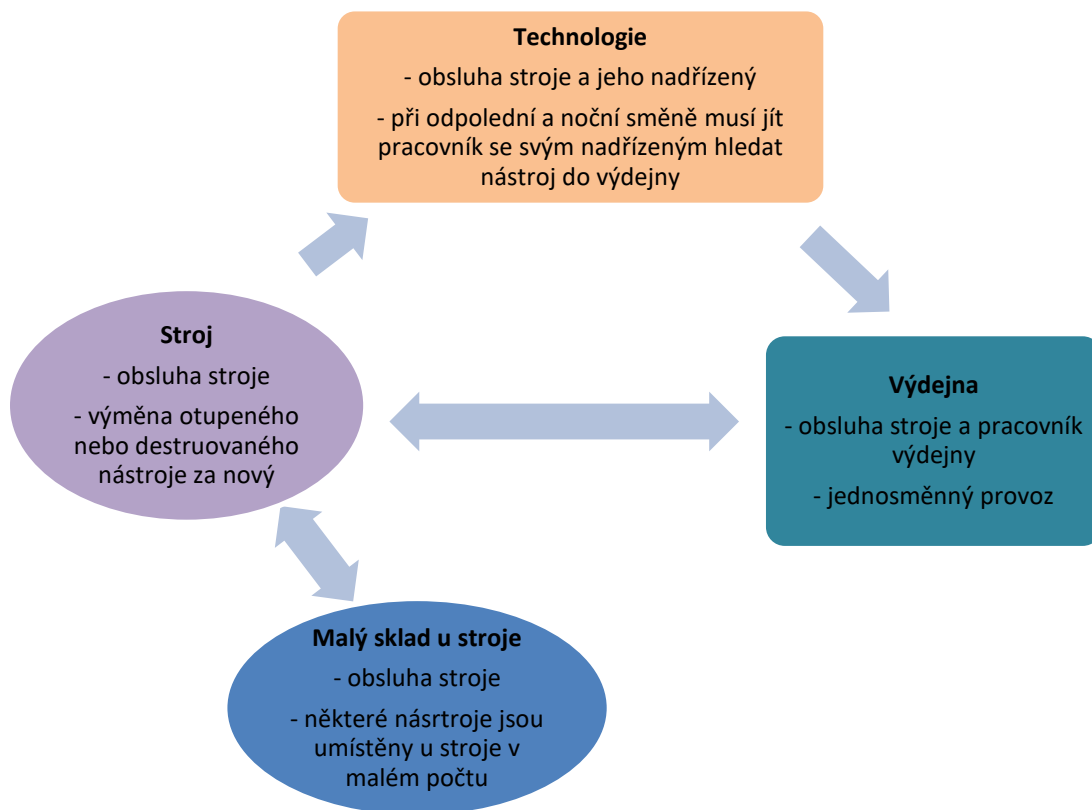
6.3 Zavedení výdejního automatu ve firmě SOMA spol. s r.o.

V současné době probíhá realizace celého projektu. V jednání je výběr celkového dodavatele nástrojového managementu, tím i souvisejícího výdejního automatu. V jednání stále zůstává otázka toho, zda do každé výrobní haly umístit po jednom výdejním automatu, nebo pro jeden společný na lehké obrobně. Je to z důvodu toho že by některé nástroje musely být na obou místech duplikovány, tím roste cena, na druhou stranu bude nutností pro obsluhu na těžké obrobně docházet do vedlejší haly, jak tomu je nyní.

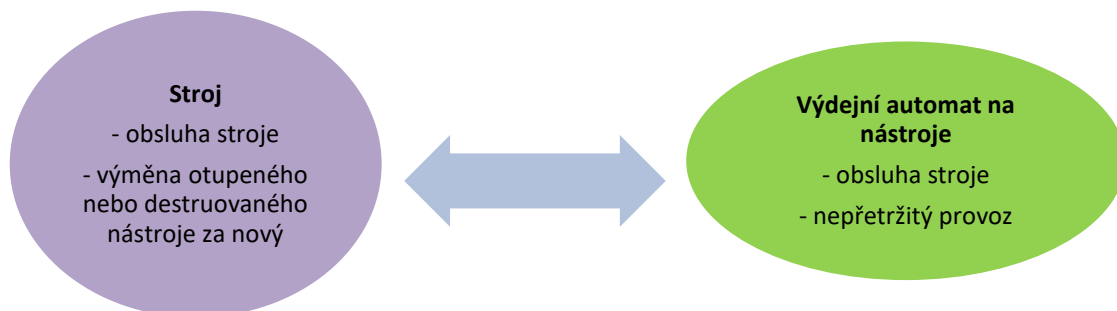
Důležitou roli hraje, jaké nástroje do výdejního automatu vložit a které ne. Součástí firmy SOMA spol. s r.o. je i klasická výdejna nástrojů s obsluhou, kde je jednosměnný provoz. Proto nástroje, které nebudou umístěny ve výdejním automatu budou k dispozici pracovníkům ve výdejně. Součástí výdejního automatu bude katalog s jednotlivými nástroji, které jsou v něm umístěné, budou označeny čárovým kódem. K vytvoření katalogu budou použita data ze sestav řezných nástrojů viz kapitola 4 a obrázek 27, 28. Pomocí čtečky čárových kódů obsluha v katalogu najde hledaný nástroj, nasnímá čárový kód a poté dále zadá potřebné údaje v řídicím systému tak aby se k hledanému nástroji dostala. To jak a co vše bude muset obsluha nastavovat v řídicím systému výdejního automatu na nástroje je v jednání s dodavatelem a na komunikaci a specifikaci firmy SOMA spol. s r.o. Tento způsob usnadní obsluhu hledání požadovaného nástroje a ušetří tak čas. Přihlašování bude probíhat pomocí čipové karty, kterou vlastní každý zaměstnanec. Tím je zajištěna stoprocentní kontrola výdeje nástrojů.

Součástí výdejního automatu na nástroje bude i výdejní automat na měřidla. Všechna měřidla už nebudou samostatně, ale budou umístěna ve společné skříni. Jaká měřidla zde budou umístěna je v jednání firmy SOMA spol. s r.o. Výhodou je dohledatelnost zapůjčených měřidel a jejich zpětná dohledatelnost použití – využití při poškození. Firma, která bude dodávat výdejní automat na měřidla se bude starat o budoucí kalibraci měřidel (nebo na ni upozorní).

Opotřebené nástroje si firma SOMA spol. s r.o. brousí a bude brousit sama. Platí zde pravidlo, že přestřený nástroj se vždy vrací pracovníkovi, který si jej nechal nabrousit. Nástroje jsou kódově označené, viz kapitola 1 a 4. Destruované nástroje budou shromážděny na jednom místě – součást výdejního automatu. Zde může probíhat kontrola řádného odběru. Kontrolovány mohou být počty nástrojů nových, přestřených, k ostření, destruovaných a používaných – součet musí být totožný s realitou. Zamezí se tak odcizení nástrojů.



Obr. 35 Ukázka práce obsluhy stroje při výměně destruovaného nástroje za nový – současný stav



Obr. 36 Ukázka práce obsluhy stroje při výměně destruovaného nástroje za nový – stav po zavedení výdejního automatu na nástroje

6.3.1 Návrh výdejního automatu na nástroje a měřidla ve firmě SOMA spol. s r.o. [34]

- Dodavatel zřídí v prostorách objednatele konsignační sklad prostřednictvím vlastní výdejny
- Dodavatel zajistí 24-ti hodinovou dostupnost konsignačního skladu a nástrojů v něm umístěných
- Dodavatel zajistí doplňování výdejního automatu vlastním zaměstnancem
- Dodavatel zajistí sběr otupených nástrojů
- Dodavatel zajistí kalibraci měřidel včetně kontrolních protokolů
- Dodavatel bude zajišťovat sběr dat o využitelnosti nástrojů a evidovat je pomocí vlastního licenčního softwaru
- Transparentní fakturace za odebrané nástroje, rozdělená dle jednotlivých zakázek, strojů atd.

6.3.1.1 Popis řešení výdejny nástrojů

Základní jednotka přihrádkový systém uskladnění nástrojů [34]

- PC, klávesnice, myš, dotykový monitor
- Rozměry výdejny $\text{š} \times \text{h} \times \text{v}$ – 900 x 620 x 1700 mm
- Čtečka čárových kódů
- Hmotnost – 550 kg
- Počet zásuvek - 60
- Max. počet pozic v jedné zásuvce - 16
- Nosnost zásuvky - 20 kg
- Vnitřní rozměr zásuvek (1–60) $\text{š} \times \text{h} \times \text{v}$ – 150 x 30 x 40 mm

Rozšiřující jednotka spirálový systém uskladnění nástrojů [34]

- Rozměry výdejny $\text{š} \times \text{h} \times \text{v}$ – 900 x 620 x 1700 mm
- Hmotnost – 650 kg
- Počet spirál - 80
- Maximální počet pozic v jedné spirále - 21
- Nosnost spirály - 20 kg

Rozšiřovací jednotka na výdej měřidel – skříň s policemi [34]

- Výška 1,7 m; šířka 0,9 m; hloubka 0,6 m
- Hmotnost 400 kg
- Počet přihrádek - 16
- Vnitřní rozměr přihrádek $\text{š} \times \text{v} \times \text{hl}$ - 340×150×590 mm
- Nosnost přihrádky - 20 kg



Obr. 37 Celkový pohled na možnou realizaci výdejního automatu na nástroje a měřidla pro firmu SOMA spol. s r.o. [34]

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřena na správu řezných nástrojů ve firmě SOMA spol. s r.o. Jedním z úkolů bylo vytvoření aktuální nástrojové databáze frézovacích center. Následované unifikací frézovacích hlav s VBD. Hlavním z cílů a důvodů proč byla tato diplomová práce realizována, bylo vytvoření základních podkladů pro správné a funkční zavedení externího nástrojového managementu pro firmu SOMA spol. s r.o.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na členění nástrojů do jednotlivých skupin a tvorbu knihoven. V navazující části je popis sestavy řezného nástroje a jeho využití. Další část pojednává o celkovém provázání a řešení systému databáze nástrojů. Všechny tyto body jsou doplněny jednotlivými ukázkami a popisem řešení daného tématu. Výsledkem této databáze je celkový přehled o složení všech nástrojů a upínačů na frézovacích centrech firmy SOMA spol. s r.o.

Projekt unifikace frézovacích hlav s VBD proběhl na základě testů ve spolupráci s ČVUT. Testy byla navrženy tak aby odpovídali skutečným podmínkám při obrábění určité součásti. Do tohoto projektu se přihlásili dva hlavní dodavatelé firmy SOMA spol. s r.o. Nástroje, které do testu nasadili bylo pouze na jejich uvážení. V testech byli při obrábění nastaveny stejné podmínky pro oba dodavatele. Testy byli zaměřeny na obrábění ploch, kapes a drážek. Z dosažených výsledků byla sféra zájmu rozdělena mezi tyto dva hlavní dodavatele.

V návaznosti na výsledky testů a rozdělení zájmů probíhá implementace vytipovaných nových, unifikovaných frézovacích hlav s VBD. Nové nástroje jsou odzkoušeny ve výrobě s technikem dodavatele, poté až když je patrné, zda je nový nástroje stejný či lepší, jak stávající je přistoupeno k výměně tohoto typu nástroje v celé firmě.

Závěr diplomové práce pojednává o možném zavedení externí správy nástrojového managementu a ním spojeného výdejního automatu. Specifikuje zde řešení projektu a ukazuje jeho výhody pro obě strany.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATUR

- [1] Nástrojové kužely. *Tumlikovo* [online]. 2010 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/nastrojove-kuzely/>
- [2] Druhy a rozdělení fréz [online]. Olomouc: *ELUC*, 2016 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1228>
- [3] Upínání obrobků, upínání nástrojů [online]. Olomouc: *ELUC*, 2016 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1211>
- [4] *ROTAČNÍ UPÍNACÍ ELEMENTY NÁSTROJŮ JAKO PŘÍSLUŠENSTVÍ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ* [online]. BRNO, 2011 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=39702
- [5] TK hrubovací fréza MTC 20 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-hrubovac%C3%AD-fr%C3%A9za-MTC-TiAlN/p/205718-8#anchor_technicalData
- [6] Geometrie a úhly kotoučových fréz. *Tumlikovo* [online]. 2010 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/geometrie-a-uhly-kotoucovych-frez/>
- [7] TK fréza 20 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-fr%C3%A9za/p/202820-20>
- [8] TK hrubovací fréza HPC 20 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-hrubovac%C3%AD-fr%C3%A9za-HPC-TiAlN/p/205492-20>
- [9] TK fréza 20 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-fr%C3%A9za/p/202640-20>

- [10] TK rádiusová fréza - čtvrt'ová 10 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-r%C3%A1diusov%C3%A1-fr%C3%A9za---%C4%8Dtvr%C5%A5ov%C3%A1-TiAlN/p/208020-10>

- [11] TK rádiusová fréza HPC 8 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-r%C3%A1diusov%C3%A1-fr%C3%A9za-HPC-TiAlN/p/207280-8>

- [12] *FRÉZOVÁNÍ ROVNÝCH PLOCH U SOUČÁSTÍ NA CNC STROJÍCH* [online]. Brno, 2012 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=55069

- [13] Ježkové frézy [online]. *MM PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM*, 2004 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/jezkove-frezy.html>

- [14] NC navrtávky – proč a kdy je používat [online]. Vsetín: *StimZet*, 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: http://www.stimzet.cz/data/tech_navrtavaky_cz.html

- [15] Záhlubník kuželový 90° s válcovou stopkou [online]. Vsetín: *StimZet*, 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: http://www.stimzet.cz/data/zvse221625_cz.html

- [16] TK odjehlovač hran 90° [online]. *HOFFMANN GROUP*, 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/SK/cs/hos/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-fr%C3%A9zy/TK-odjehlova%C4%8D-hran-90%C2%B0/p/208111>

- [17] 45° fazetkové frézy 16 mm [online]. *HOFFMANN GROUP*, 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Modul%C3%A1rn%C3%AD-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/Fr%C3%A9zy-s-vym%C4%9Bniteln%C3%BDmi-desti%C4%8Dkami-GARANT/45%C2%B0-fazetkov%C3%A9-fr%C3%A9zy-Stopka-Weldon/p/216100-16>

- [18] *Technologie frézování* [online]. Šumperk: Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Šumperk, 2015 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: http://www.sszts.cz/stary_web/stary_web/esf/TEC_fr.pdf

- [19] Nástroje na vrtání. *ELUC* [online]. Olomouc, 2016 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1209>

- [20] Vrták TK HPC válcová stopka DIN 6535 HA TiAlN. *HOFFMANN GROUP* [online]. 2017 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/TK-vrt%C3%A1ky/Vrt%C3%A1k-TK-HPC-v%C3%A1lcov%C3%A1-stopka-DIN-6535-HA-TiAlN/p/122659>

- [21] Vystružování. *ELUC* [online]. Olomouc, 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1167>

- [22] TK NC strojní výstružník H7 12 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Mono-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/V%C3%BDstru%C5%BEn%C3%ADky/TK-NC-strojn%C3%AD-v%C3%BDstru%C5%BEn%C3%ADk-H7/p/164340-0,60>

- [23] Vyvrtávání. *ELUC* [online]. Olomouc, 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1217>

- [24] Výhody vyvrtávání. *NAREX* [online]. 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: http://www.narexmte.cz/usnadneni/TO_vyvrtavani.pdf

- [25] Záhlubník se zpětným chodem 180° 20 mm. *HOFFMANN GROUP* [online]. 2017 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Modul%C3%A1rn%C3%AD-obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD/Fr%C3%A9zy-s-vym%C4%9Bniteln%C3%BDmi-desti%C4%8Dkami-GARANT/Z%C3%A1hlubn%C3%ADk-se-zp%C4%9Bt%C3%BDm-chodem-180%C2%B0/p/217180-20>

- [26] Jak vybrat závitník. *MAISTER PRODEJ NÁŘADÍ* [online]. Karlovy Vary, 2009 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.zavitnik.cz/>

- [27] Multi-master [online]. Plzeň: *ISCAR ČR*, 2017 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.iscar.com/Products.aspx/CountryId/6/ProductId/11885>

- [28] KYNCL, Martin a Jiří KYNCL. SOMA spol. s r.o.: *Předpis zkoušek nástrojů pro společnost SOMA spol. s r.o.* Lanškroun, 2017.

- [29] Systém pro automatický výdej nástrojů [online]. *MM Průmyslové spektrum*, 2016 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/system-pro-automaticky-vydej-nastroju.html>
- [30] VÝDEJNÍ AUTOMATY KLATT X [online]. *Klatt*, 2016 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://klattsro.cz/vydejni-automaty>
- [31] Automatický výdej nástrojů [online]. *MM Průmyslové centrum*, 2015 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.cnckonstrukce.cz/clanek-118/automaticky-vydej-nastroju.html>
- [32] Toolbox [online]. *Grumant*, 2015 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.grumant.cz/produkty/toolbox>
- [33] *GUHRING* [online]. 2015 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.guhring.com/ProductsServices/ToolManagement/TM426/>
- [34] POLÍVKA, Václav. *Logistický Toolmanagement pro firmu SOMA, spol. s r.o.* Lanškroun, 2017.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 TRN upínací – SK40 – MK4 301160, Vrták – HSS 116340 32,00 –	8
Obr. 2 Upínač – KIT 01 20.60 DIN40, Vrták prodloužený - 116280 6,00X330.....	8
Obr. 3 Schéma upínače WELDON – HSK-A100 20 304390 - HOFFMANN.....	9
Obr. 4 Schéma kleštinový ER 25 300520 – HOFFMANN	10
Obr. 5 Princip hydraulického upnutí [2].....	10
Obr. 6 Schéma upínacího trnu – HSK100AH65D40F [4].....	11
Obr. 7 Schéma kotoučové frézy nástrčné [7].....	12
Obr. 8 Hrubovací fréza – MTC 205718 20 TIALN – HOFFMANN [8].....	13
Obr. 9 Dokončovací fréza – FRÉZA TK 202820-HB 20 TIALN [9]	13
Obr. 10 Hrubovací fréza – HPC 205492 20x38 TiALN – HOFFMANN [10].....	13
Obr. 11 Dokončovací fréza - 202640 20,00X40 – HOFFMANN [11].....	13
Obr. 12 NAVRTÁVÁK NC 90° 112020 10,00 [15]	14
Obr. 13 ZÁHLUBNÍK KUŽELOVÝ 90° 150180 20,5 [15].....	15
Obr. 14 ODJEHLOVAČ TK 90° 208121 6 [16]	15
Obr. 15 FRÉZA FAZETKOVÁ 16 216100 [17].....	15
Obr. 16 Rádiusová fréza – FRÉZA TK RÁDIUSOVÁ 10 208020 [12]	16
Obr. 17 Fréza rádiusová – FRÉZA TK RÁDIUSOVÁ 5 207280 [13].....	16
Obr. 18 Fréza stopková úhlová - 2262 16X45° - ZPS [26]	16
Obr. 19 VRTÁK TK 122659 19,80 – HOFFMANN [20].....	17
Obr. 20 VRTÁK VBD - 22,00 - WDX220D5S25 – SUMITOMO [19]	18

Obr. 21 VÝSTRUŽNÍK STROJNÍ TK 164340 12,00 H7 [22]	19
Obr. 22 Upínač modulární NCT – A100M.2.40.030.50, Redukce NCT – A102M.0.50.070.40, Hrubovací vyvrtávací tyč – B 3220.N4.041-055.Z2.CC09	20
Obr. 23 Upínač – A 100 M.7.100.080.50.HSK, Prodloužení NCT – A101M.0.50.070.50, Hrubovací vyvrtávací tyč – B 3230.N5.055-070.Z1.CC06	20
Obr. 24 ZÁHLUBNÍK ZPĚTNÝ 217180 20 [25]	21
Obr. 25 Upínač – HSK-A100 ER25 305485, Držák – MM GRT-120C-T08, Hlavičky - MM GRIT 22K-3.25-0.20 IC52	22
Obr. 26 Rozdělení všech CNC frézovacích center a ukázka rozdělení všech nástrojů vždy vztahované k jednomu stroji (u ostatních strojů stejné dělení)	25
Obr. 27 Ukázka konkrétní sestavy řezného nástroje – frézovací hlava s VBD ASRFM 42 – Hitachi (první strana)	26
Obr. 28 Ukázka konkrétní sestavy řezného nástroje – frézovací hlava s VBD ASRFM 42 – Hitachi (druhá strana)	27
Obr. 29 Schéma porovnávání strojů a řezných nástrojů – celková tabulka nástrojů	29
Obr. 30 Ukázka toku informací před vytvořením databáze nástrojů a tabulek základních parametrů frézovacích CNC strojů firmy SOMA spol. s r.o.	32
Obr. 31 Ukázka toku informací při využívání databáze nástrojů a tabulek základních parametrů frézovacích CNC strojů firmy SOMA spol. s r.o.	32
Obr. 32 Výkres reálného dílce („DOMEK“ – číslo dílce: „O2020_05-18-17-002A01“), pro návrh vhodných obráběcích nástrojů pro realizaci zkoušek	33
Obr. 33 Ukázka výdejního automatu – zásuvkový systém [43]	36
Obr. 34 Konstrukce výdejního automatu – způsob uskladnění (vlevo spirálový systém, vpravo zásuvkový systém) [33], [33]	37

Obr. 35 Ukázka práce obsluhy stroje při výměně destruovaného nástroje za nový – současný stav	41
Obr. 36 Ukázka práce obsluhy stroje při výměně destruovaného nástroje za nový – stav po zavedení výdejního automatu na nástroje	42
Obr. 37 Celkový pohled na možnou realizaci výdejního automatu na nástroje a měřidla pro firmu SOMA spol. s r.o. [34]	44

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Ukázka celkové tabulky řezných nástrojů vztažených k jednotlivým strojům	30
Tab. 2 Počet všech zdokumentovaných nástrojů vztažený ke konkrétní skupině nástrojů a stroji dle dělení firmy SOMA spol. s r.o.....	31
Tab. 3 Ukázka tabulky náhrad nových frézovacích hlav s VBD.....	35

SEZNAM PŘÍLOH NA CD

PŘÍLOHA 1 - Seznam základních hodnot frézovacích CNC strojů firmy SOMA spol. s r.o.

PŘÍLOHA 2 – Ukázka sestav řezných nástrojů

PŘÍLOHA 3 – Tabulka porovnání nástrojů (frézovací hlavy s VBD)

PŘÍLOHA 4 – Ukázka testů nástrojů v rámci unifikace ve spolupráci s ČVUT

PŘÍLOHA 5 – Ukázka náhrad frézovacích hlav s VBD

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Marek Sadílek, Ph.D., hlavně za jeho pomoc při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem pracovníkům ve firmě SOMA spol. s r.o. kteří mi vždy vycházeli vstříc a pomáhali při realizaci diplomové práce. Rád bych také poděkoval rodině a mé přítelkyni, ti mě po celou dobu studia plně podporovali a pomáhali mi. Hlavně bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomáši Kristkovi, panu Ing. Jiřímu Miřejovskému, Ing Radomíru Ambrožovi a panu Ing. Jaroslavu Indrovi za jejich odborné rady a asistenci při vypracování praktické části diplomové práce.